

MARIOTTE (2)

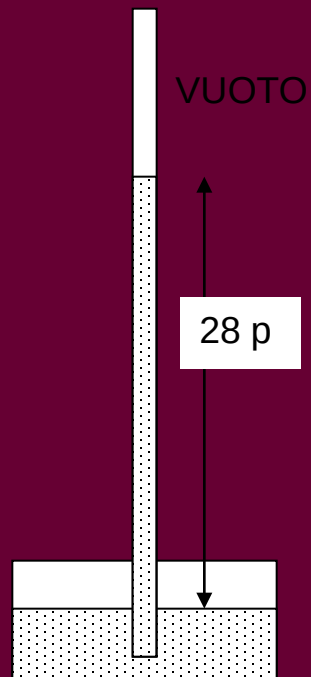


A cura di Ledo Stefanini

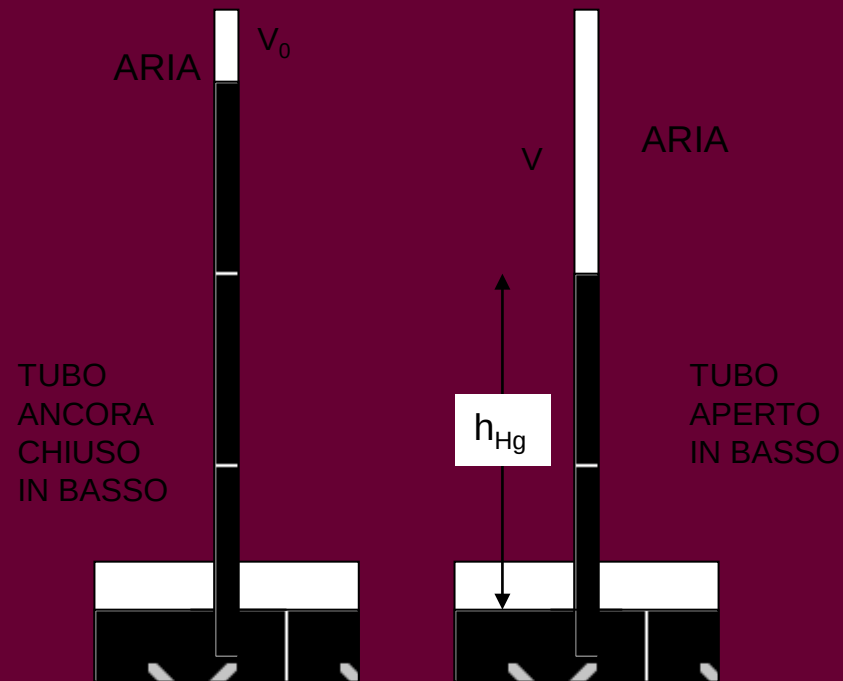
LA LEGGE SECONDO MARIOTTE



ESPERIENZA DI TORRICELLI



Ripetiamo ora l'esperienza con il tubo solo parzialmente pieno di mercurio.



All'inizio, con l'estremità inferiore ancora tappata, il tubo contiene mercurio fino ad una certa altezza, mentre il volume rimanente è pieno d'aria a pressione atmosferica.

Quando si apre la bocca inferiore del tubo, il livello del mercurio si abbassa e l'aria si dilata. La pressione dell'aria contenuta nel tubo, sommata alla pressione esercitata dalla colonna di mercurio rimarrà uguale alla pressione atmosferica :

$$p(\text{aria}) + h_{Hg} = p_0 = 28$$

Più grande è la pressione dell'aria, minore l'altezza della colonna di mercurio. Pertanto la differenza tra 28 pollici e l'altezza della colonna di mercurio è una misura della pressione dell'aria contenuta nel tubo. Se poi si ipotizza che la pressione dell'aria sia inversamente proporzionale al suo volume, dovrebbe valere anche la relazione

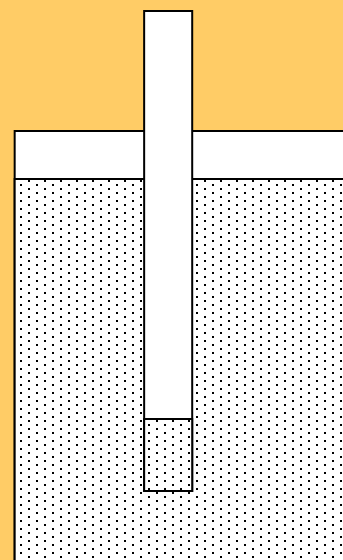
$$p(\text{aria}) \times V(\text{aria}) = p_0 V_0$$

Con le parole di Mariotte

Se l'aria si condensa in proporzione al peso da cui è compressa, bisogna che in un'esperienza nella quale il mercurio si ferma a 14 pollici, l'aria che è contenuta nel resto del tubo risulti dilatata del doppio rispetto al volume che occupava prima dell'esperienza

III problema di Mariotte

Data l'altezza di un tubo pieno d'aria, trovare a quale profondità bisognerà immergere l'estremità aperta nel mercurio di un vaso, affinché questo risalga nel tubo (verticale) fino ad un'assegnata altezza.



Il tubo sia di 10 pollici e l'altezza assegnata sia un pollice. Allora il volume iniziale era 10 p; quello finale 9 p.

La pressione iniziale era 28 pHg; quella finale $28+y-1$, avendo indicato con y la lunghezza del tubo immerso.

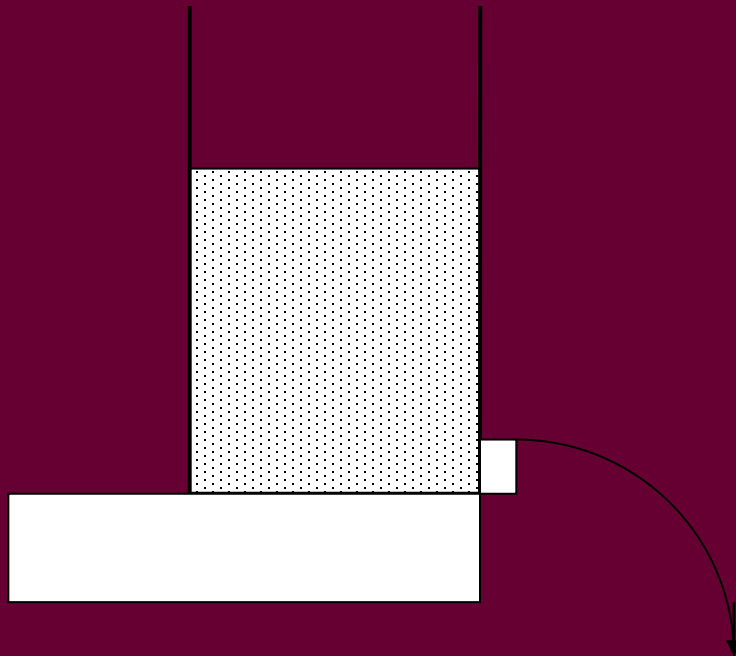
Applicando la legge ipotizzata da Mariotte:

$$(28 + y - 1) \times 9 = 10 \times 28$$

si ottiene $y = 4,1$ p.

LA BOTTIGLIA DI MARIOTTE

Mettiamo di avere una botte, e che sia aperta e munita di una spina (o cannello) attraverso la quale spillare il liquido che contiene.



Quando si apre il rubinetto, il vino comincia a fluire; ma la sua velocità di uscita (portata) diminuisce progressivamente.

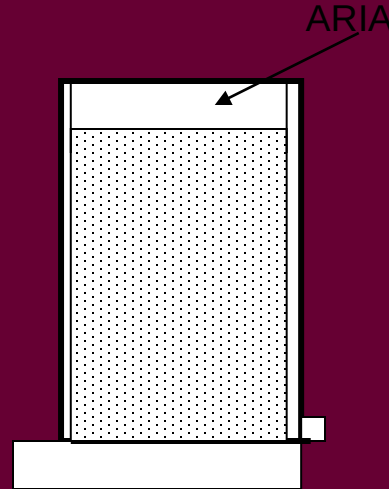
La legge di Torricelli insegna infatti che

$$\frac{1}{2} \rho v^2 = \rho g h$$

dove ρ è la densità del liquido, v la velocità di efflusso ed h l'altezza del liquido nel recipiente.

Poiché l'altezza diminuisce nel tempo,
diminuisce anche la differenza di pressione
ai capi del tubo di uscita e, di conseguenza,
diminuisce la portata.

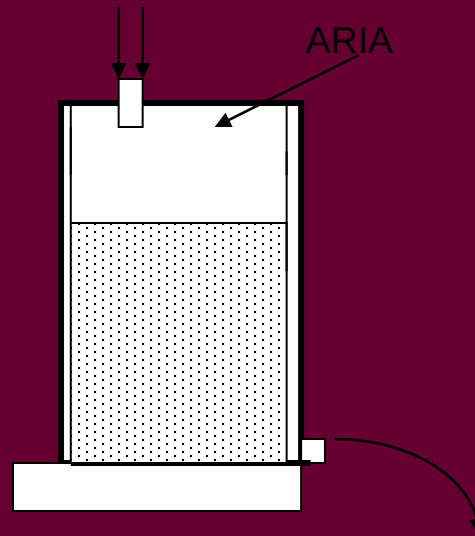
Se chiudessimo la botte



Il flusso si smorza rapidamente perché nella zona superiore, occupata dall'aria, la pressione diminuisce per cui la pressione all'estremità interna della spina diventa uguale alla pressione all'estremità esterna (che è quella atmosferica). Significa che la pressione nella zona occupata dall'aria è la pressione atmosferica diminuita della pressione idrostatica dovuta al vino:

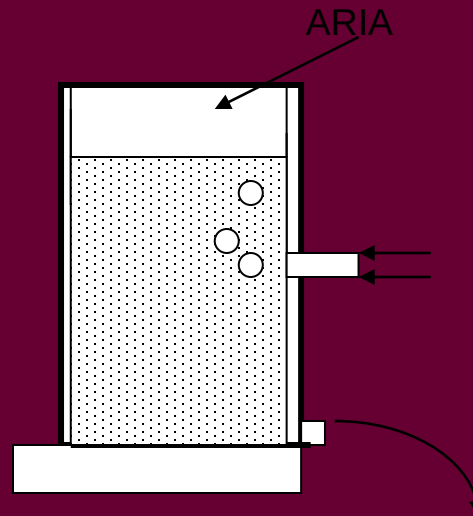
$$P_{aria} = P_0 - \rho gh$$

Il flusso del vino riprende se pratichiamo un foro nella parte alta del recipiente.



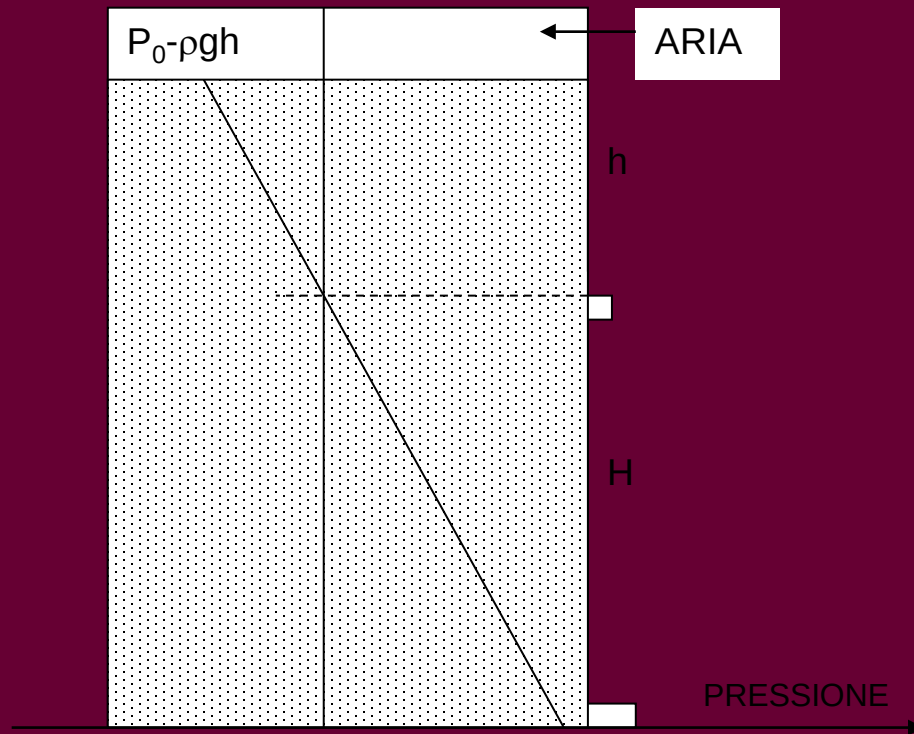
Dal foro inferiore esce vino e dal superiore entra aria. Se, col dito, si tappa uno dei due fori, ambedue i flussi cessano. La pressione nella camera d'aria è uguale alla pressione esterna.

Che succede se si pratica un foro nella parete laterale, al di sotto del livello dell'acqua?



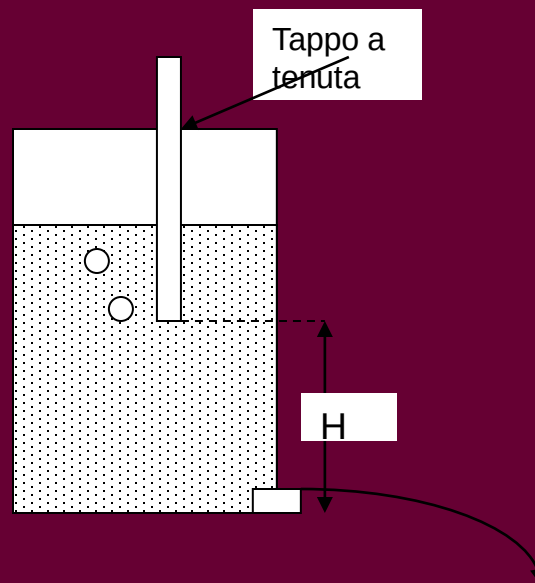
Mentre il vino esce dal foro in basso, l'aria entra attraverso il foro in alto. Le bolle d'aria salgono e danno luogo ad una camera d'aria nella quale la pressione, diversamente da prima, è inferiore alla pressione atmosferica. La differenza rispetto alla pressione atmosferica è misurata dal dislivello tra la superficie del liquido e il foro $p = p_0 - \rho gh$ dove ρ è la densità del liquido, ed h il dislivello.

Rappresentazione grafica dell'andamento della pressione in funzione della quota:



Per la legge di Torricelli, la portata dipende solo dalla differenza di quota H tra due fori e quindi si mantiene costante al variare del livello del liquido. In questo modo la bottiglia di Mariotte rappresenta un erogatore di liquido a portata costante, e che si può variare cambiando il dislivello tra di due fori.

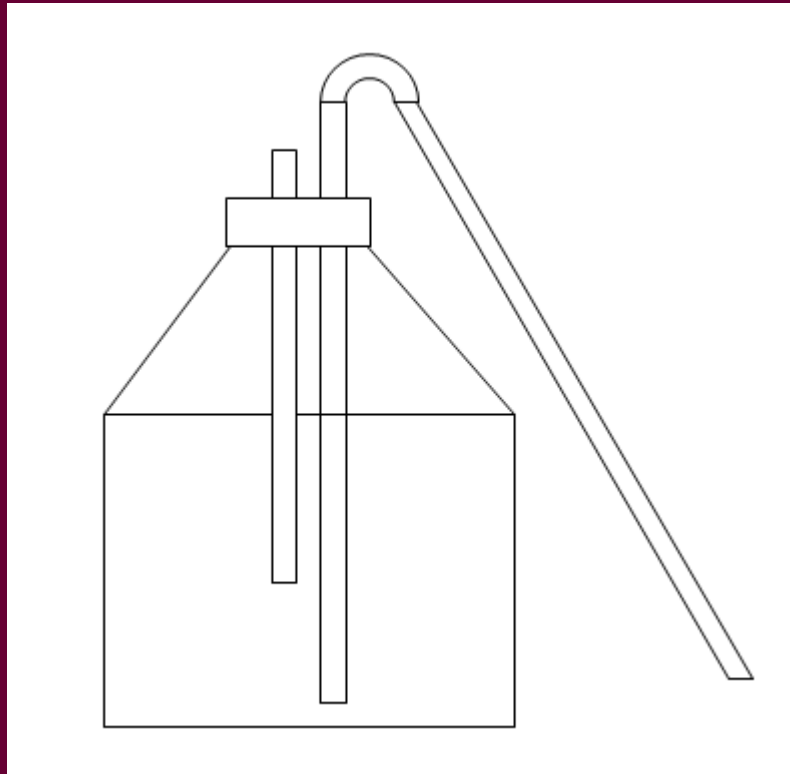
Si può fare inserendo nella bottiglia un tubo attraverso un tappo a tenuta



Variando il dislivello H , possiamo regolare la velocità di efflusso.

Naturalmente, non è necessario che il recipiente sia sagomato come le bottiglie di Mariotte. Anche una normale damigiana può diventare una *bottiglia di Mariotte* con l'inserimento di un tappo forato attraverso il quale passano due tubi: uno lungo e flessibile che funge da sifone e uno breve e diritto che serve a regolare la velocità di efflusso.

Una fiasca da cui si spilla il vino:



Per innescare il sifone vi sono due modi. Si può aspirare dal tubo ad U, oppure si può soffiare nel tubo secondario. Una volta innescato il sifone si ha un flusso costante la cui intensità dipende dalla distanza tra la bocca del tubo secondario e il fondo della damigiana. Se, col dito, si tappa l'orifizio superiore del tubo, il flusso si interrompe.